

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2675605

### СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ЗАБОЕВ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Габов Виктор Васильевич (RU), Баталов Андрей Петрович (RU), Задков Денис Александрович (RU), Абрамов Иван Александрович (RU)*

Заявка № 2018108071

Приоритет изобретения 05 марта 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 20 декабря 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 05 марта 2038 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
E21F 1/00 (2006.01); E21C 41/18 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018108071, 05.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.03.2018

Дата регистрации:  
20.12.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.03.2018

(45) Опубликовано: 20.12.2018 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Габов Виктор Васильевич (RU),  
Баталов Андрей Петрович (RU),  
Задков Денис Александрович (RU),  
Абрамов Иван Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2225511 C1, 10.03.2004. SU  
909217 A1, 28.02.1982. SU 1040176 A1,  
07.09.1983. SU 1548460 A1, 07.03.1990. SU  
1717844 A1, 07.03.1992. RU 2021535 C1,  
15.10.1994. RU 2435962 C1, 10.12.2011. US  
4200036 A1, 29.04.1980.

## (54) СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ЗАБОЕВ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

(57) Реферат:

Изобретение относится к областям горного дела и строительства и может быть использовано при проведении подземных горных выработок по крепким породам: штолен, штреков, квершлаггов, дорожных тоннелей, выработок метро и коллекторов в городском строительстве. Способ проветривания забоев подземных выработок включает принудительную подачу в тоннели свежего воздуха и отвод загрязненного воздуха в режиме воздухообмена с помощью воздухообменных вентиляторов, которые создают пониженное атмосферное давление для осуществления принудительного воздухообмена в тоннелях, а также отвод загрязненного воздуха с помощью автономных вентиляторов, при этом отвод загрязненного воздуха в режимах воздухообмена производят по отдельным выпускным газоздушным коллекторам, сообщенным с тоннелями поперечными

каналами, осуществляют непрерывную очистку воздуха с помощью очистных установок и шумоглушение. Подача свежего воздуха в забойную и в промежуточную камеры проводимой выработки, образованные установленным оборудованием проходческого комплекса, осуществляется отдельно по вентиляционным окнам в оборудовании проходческого комплекса у почвы по оси выработки вследствие разности давлений и по трубопроводам с выпускными сифонами, установленными на щитах комплекса по боковым сторонам выработки и формирующими разнонаправленные по сечению выработки струи свежего воздуха и устойчивые турбулентные восходящие потоки, вытесняющие газоздушную смесь к кровле выработки. Отвод газоздушной смеси осуществляется газоздушными трубопроводами с отводящими

коллекторами, установленными на щитах комплекса у кровли по оси выработки. 5 ил.

R U 2 6 7 5 6 0 5 C 1

R U 2 6 7 5 6 0 5 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*E21F 1/00* (2006.01)  
*E21C 41/18* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21F 1/00* (2006.01); *E21C 41/18* (2006.01)

(21)(22) Application: **2018108071, 05.03.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**05.03.2018**

Registration date:  
**20.12.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **05.03.2018**

(45) Date of publication: **20.12.2018 Bull. № 35**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel  
intellektualnoj sobstvennosti i transfera  
tehnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Gabov Viktor Vasilevich (RU),  
Batalov Andrej Petrovich (RU),  
Zadkov Denis Aleksandrovich (RU),  
Abramov Ivan Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **METHOD FOR AIRING MINE FACES**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the fields of mining and construction and can be used when conducting underground mine workings on hard rock: adits, drifts, crosscut tunnels, road tunnels, underground workings and collectors in urban construction. Method of airing mine faces includes the forced supply of fresh air into the tunnels and the removal of polluted air in the air exchange mode with the help of air-exchange fans, which create a reduced atmospheric pressure for the implementation of forced air exchange in tunnels, as well as the removal of polluted air with the help of autonomous fans, the removal of polluted air in the air exchange modes is carried out by separate exhaust gas-air manifolds communicated with tunnels through the transverse channels, continuous air cleaning is performed using purification plants and noise

attenuation. Fresh air is supplied to the bottomhole and intermediate chambers of the excavation, formed by the installed equipment of the tunnel complex, separately through ventilation windows in the tunnel complex of the soil along the generation axis due to pressure difference and pipelines with exhaust siphons installed on the shields of the complex on the sides of the mine and forming a multi-directional jet of fresh air along the cross-section and stable turbulent ascending streams displacing the gas-air mixture to the roof of the mine. Removal of the gas-air mixture is carried out by gas-air pipelines with outlet manifolds installed on the shields of the complex at the roof along the axis of generation.

EFFECT: method for airing the mine faces is proposed.

1 cl, 5 dwg

**RU 2 675 605 C1**

**RU 2 675 605 C1**

Изобретение относится к областям горного дела и строительства и может быть использовано при проведении подземных горных выработок по крепким породам: штолен, штреков, квершлагов, дорожных тоннелей, выработок метро и коллекторов в городском строительстве.

5 Известен способ проветривания железнодорожных тоннелей (патент РФ №2455184, опубл. 20.05.2012 г.), по которым осуществляется движение транспортных средств на дизельной тяге, включающий подачу в тоннель через одни стволы и (или) порталы свежего воздуха и удаление из тоннеля загрязненного при движении поезда воздуха через другие стволы и (или) порталы с использованием принудительной вентиляции,  
 10 при этом сечение каждого ствола разделяют на две части, имеющие самостоятельное сопряжение с тоннелем, в котором между такими сопряжениями устанавливают затвор, с помощью которого перекрывают тоннель в периоды отсутствия в нем поездов; причем расстояние от затвора до сопряжений стволов с тоннелем принимают равным не более 10 м, при этом вначале устанавливают интервал времени между поездами, затем после  
 15 выхода из тоннеля каждого поезда определяют протяженности участков тоннеля, заполненных загрязненным воздухом, после чего подают свежий воздух по тоннелю в направлениях порталов или его сопряжений со стволами, примыкающих к участкам с загрязненным воздухом с учетом протяженности участков, заполненных свежим воздухом, внесенным в тоннель в результате действия поршневого эффекта, причем  
 20 количество свежего воздуха, подаваемое на каждый участок, заполненный загрязненным воздухом, определяют по соотношению:  $Q=L_{уч.з} \cdot S_T / \tau_{инт}$ , где  $L_{уч.з}$  - протяженность участка, заполненного загрязненным воздухом, м;  $S_T$  - сечение тоннеля, м<sup>2</sup>;  $\tau_{инт}$  - интервал времени между поездами, с.

25 Недостатками способа являются цикличность процесса проветривания, которая ограничивает скорость проведения выработок; режим проветривания зависит от наличия и положения поездов в выработке; невозможность непрерывного проветривания проводимых тупиковых выработок, в которых находится работающее проходческое оборудование; требуется разделение сечения каждого вентиляционного ствола на две  
 30 части, имеющие специальное назначение; способ не может быть применен для проветривания выработок, проводимых с использованием прогрессивной буровзрывомеханической технологии.

Известен способ вентиляции метрополитена (патент RU №2462595, опубл. 27.09.2012), включающий подачу наружного воздуха, организацию направленного движения воздуха  
 35 по тоннелям и удаление отработанного воздуха, причем наружный воздух подают в объеме, равном 20-30% от расчетного по теплоизбыткам объема воздуха для вентиляции, достаточном для поддержания нормативного содержания кислорода и углекислого газа в воздушной среде метрополитена и производят принудительную рециркуляцию между станциями смеси наружного и тоннельного воздуха, в процессе которой смесь  
 40 подвергают термодинамической обработке до достижения требуемых для метрополитена температурно-влажностных параметров воздуха.

Недостатком способа является невозможность обеспечения безопасности горных работ при проведении горных выработок, так как подача свежего воздуха осуществляется в объеме 20-30% от расчетного объема, режим проветривания  
 45 неустойчив, так как зависит от наличия и положения поездов в тоннелях, цикличность процесса проветривания, которая возникает из-за периодического прохождения транспортных средств в тоннелях и вызываемых ими поршневых эффектов, ограничивает скорость проведения выработок.

Известен способ проветривания параллельных туннелей (авторское свидетельство СССР №800387, опубл. 30.01.1981 г.), соединенных сбойками, включающий подачу воздуха вентиляторами с эжектированием дополнительного количества воздуха, усреднения концентрации вредных примесей в туннелях, улучшения условий обслуживания вентиляторов, сбойки проводят таким образом, что по направлению движения вентиляционной струи продольные оси четных сбоек образуют с продольной осью одного из туннелей острый угол, а продольные оси нечетных сбоек образуют с продольной осью того же туннеля тупой угол, при этом вентиляторы устанавливают в указанных сбойках с возможностью реверсирования вентиляционной струи, причем воздух подают упомянутыми вентиляторами по сбойкам попеременно из одного параллельного туннеля в другой, преимущественно из туннеля с меньшей загазованностью в туннель с большей загазованностью.

Недостатками способа являются: эффективность проветривания параллельных туннелей зависит от взаимного положения транспортных средств в параллельных туннелях и положения транспортных средств относительно четных или нечетных сбоек; невозможность непрерывного устойчивого проветривания проходческого забоя при работающем в нем забойном проходческом оборудовании; эжектирование дополнительного воздуха не обеспечивает безопасного гарантированного состава обогащенного воздуха для работы персонала в проходческой части туннелей.

Известен способ для удаления пылегазовой смеси из забоя тупиковой горной выработки (Временное руководство по нагнетательно всасывающему проветриванию подготовительных выработок с применением пылеулавливающих установок. М., ИГД им. А.А. Скочинского, 1982 г., с. 7, рис. 3), всасывающим трубопроводом с пылеулавливающей установкой, размещенной на свежей струе.

Недостатком способа является возможность загазовывания призабойного пространства из-за наличия застойных зон, в связи с чем, в чистом виде, такой способ не рекомендуется для применения на газовых шахтах.

Известен способ проветривания тоннелей и устройство для его осуществления (патент РФ №2225511, опубл. 10.03.2004 г.), принятый за прототип, включающий принудительную подачу в тоннели свежего воздуха и отвод загрязненного воздуха в режиме воздухообмена с помощью воздухообменных вентиляторов, которые создают пониженное атмосферное давление для осуществления принудительного воздухообмена в тоннелях; а также отвод загрязненного воздуха в режиме дымоудаления с помощью автономных термостойких вентиляторов; при этом отвод загрязненного воздуха из тоннелей в режимах воздухообмена и дымоудаления производят по отдельности и по разным выпускным коллекторам, газоздушному с запорными клапанами и заборному дымовому с клапанами дымоудаления, сообщенным с тоннелями поперечными каналами; осуществляют непрерывную очистку воздуха с помощью очистных установок и шумоглушение; при этом для отвода загрязненного воздуха в режиме воздухообмена открывают запорные клапаны газоздушного коллектора и включают воздухообменные вентиляторы; а отвод загрязненного воздуха в режиме дымоудаления проводят при атмосферном давлении, для чего закрывают запорные клапаны в газоздушном коллекторе и отключают воздухообменные вентиляторы, выравнивая давление воздуха в тоннеле до атмосферного и прекращая подачу свежего воздуха, а затем открывают клапаны дымоудаления и включают автономные термостойкие вентиляторы.

Недостатками способа являются невозможность обеспечения постоянства параметров режима проветривания из-за цикличности переключений воздухообменных

вентиляторов; невозможность обеспечения непрерывно действующей вентиляции забоев проводимых выработок с непрерывно действующим проходческим оборудованием.

Техническим результатом способа является повышение эффективности воздухообмена в забое проводимой горной выработки и повышение максимально возможной скорости проведения горных выработок по крепким породам по условиям вентиляции.

Технический результат достигается тем, что подача свежего воздуха в забойную и в промежуточную камеры проводимой выработки, образованные установленным оборудованием проходческого комплекса, осуществляется отдельно по вентиляционным окнам в оборудовании проходческого комплекса у почвы по оси выработки вследствие разности давлений и по трубопроводам с выпускными сифонами, установленными на щитах комплекса по боковым сторонам выработки и формирующими разнонаправленные по сечению выработки струи свежего воздуха и устойчивые турбулентные восходящие потоки, вытесняющие газоздушную смесь к кровле выработки, а отвод газоздушной смеси осуществляется газоздушными трубопроводами с отводящими коллекторами, установленными на щитах комплекса у кровли по оси выработки.

Способ проветривания и устройство для его осуществления поясняются следующими чертежами:

фиг. 1 - схема потоков воздуха в забое выработки (план);  
 20 фиг. 2 - схема потоков воздуха в забое выработки (профиль);  
 фиг. 3 - схема потоков воздуха в сечении забойной камеры;  
 фиг. 4 - схема потоков воздуха в сечении промежуточной камеры;  
 фиг. 5 - график распределения давления воздуха,

где:

25 1 - турбулентные потоки воздуха в забойной камере;  
 2 - потоки воздуха из сифонов забойной камеры;  
 3 - газоздушные потоки забойной камеры;  
 4 - газоздушные потоки промежуточной камеры;  
 5 - потоки воздуха из сифонов промежуточной камеры;  
 30 6 - потоки свежего воздуха;  
 7 - потоки свежего воздуха из выработки;  
 8 - отводящие газоздушные потоки;  
 9 - промежуточная камера;  
 10 - турбулентные потоки воздуха в промежуточной камере;  
 35 11 - забойная камера.

Способ проветривания забоев подземных горных выработок, проводимых по крепким породам с использованием буровзрывомеханической технологии, включает в себя следующие составляющие непрерывного процесса (фиг. 1-4): потоки свежего воздуха из выработки 7 с расходом  $Q_v$ , поступающие через специальные вентиляционные окна в оборудовании комплекса в нижние зоны забойной камеры 11 ( $Q_{вз}$ ) и промежуточной камеры 9 ( $Q_{вп}$ ); принудительно подаваемые по специальным трубопроводам с расходом  $Q_p$  потоки свежего воздуха 6 к забойной камере 11 и к промежуточной камере 9 распределяются сифонами в виде направленных струй под углом в поперечном сечении камер выработки 20 - 40 градусов друг к другу и к потокам свежего воздуха из выработки 7; потоки воздуха из сифонов забойной камеры 2, поступающие в забойную камеру 11 и потоки воздуха из сифонов промежуточной камеры 5, поступающие в промежуточную камеру 9 в виде направленных потоков воздуха, создают восходящие турбулентные потоки воздуха в забойной камере 1 и восходящие турбулентные потоки

воздуха в промежуточной камере 10; восходящие турбулентные потоки воздуха вытесняют газоздушные потоки из забойной камеры 3 и газоздушные потоки из промежуточной камеры 4 от боковых стен выработок вверх к заборному коллектору отводящего газоздушного потока 8; заборные коллекторы отводящего газоздушного потока 8 размещены у кровли по оси выработки для отвода газоздушных потоков с расходом  $Q_0$  по трубопроводам в вентиляционную выработку.

Способ проветривания забоев подземных выработок, проводимых по крепким породам с использованием буровзрывомеханической технологии, осуществляется в следующей последовательности (фиг. 1-4).

Независимо от выполняемой проходческой операции в забой постоянно подаются потоки свежего воздуха: поток по выработке, что обеспечивается превышением давления воздуха в выработке по сравнению с давлением воздуха в забойной камере 11 и в промежуточной камере 9; принудительные непрерывные потоки свежего воздуха 6, подводимые по специальным трубопроводам к забойной камере 11 и к промежуточной камере 9; потоки воздуха из сифонов промежуточной камеры 5 и потоки воздуха из сифонов забойной камеры 2 поступают разнонаправленными струями в сечении выработки под углом 20-40 градусов друг к другу и к потоку, поступающему из выработки, образуя при этом турбулентные потоки воздуха в забойной камере 1 и турбулентные потоки воздуха в промежуточной камере 10. Турбулентные потоки воздуха вытесняют газоздушные потоки из забойной камеры 3 и газоздушные потоки из промежуточной 4 снизу от почвы и от боковых стен выработки вверх к заборным коллекторам отводящих газоздушных потоков 8.

Устойчивость процесса принудительного обмена воздуха в забойной камере 11 и промежуточной камере 9 горной выработки обеспечивается установленным режимом воздухообмена по давлению, расходу и направленности потоков.

Режим работы по давлению  $P_v \geq P_k \geq P_0$ , где давление воздуха в выработке ( $P_v$ ) больше давления воздуха в забойных и промежуточной камерах ( $P_k$ ), а давление воздуха в забойной промежуточной камере больше давления воздуха в отводимых газоздушных потоках 8 ( $P_0$ ) в отводящих коллекторах и трубопроводах, создаваемого принудительно вентиляторами отводящих коллекторов, что обеспечивает устойчивость процесса проветривания и исключается возможность выхода загрязненного воздуха в выработку.

Режим воздухообмена по расходу: объем отводимого загазованного воздуха больше или равен сумме объемов принудительно подаваемого свежего воздуха нагнетательными вентиляторами и воздуха, поступающего из выработки, вследствие поддерживаемой разности давлений:

$$Q_0 \geq Q_v + Q_p,$$

чем обеспечивается устойчивость процесса воздухообмена в камерах забоя проводимых горных выработок и исключается возможность выхода загрязненного воздуха в выработку.

Создаваемые устойчивые турбулентные восходящие потоки в забойной и в промежуточной камерах исключают возможность возникновения в них застойных зон.

Способ поясняется следующими примерами.

При проходке выработки буровзрывным способом сечением до  $12 \text{ м}^2$  последовательное взрывание шпуров с зарядом ВВ в каждом не более 300 г дает до  $0,4 \text{ м}^3$  горячих газов от каждого шпура. Отводящий вентилятор с производительностью  $2 \text{ м}^3/\text{с}$  за 3-4 с удаляет загрязненный воздух, после чего происходит взрыв следующего шпура. В секторе забоя (площадь сектора  $3 \text{ м}^2$ ) с заряженными шпурами пробурено 10-



12 шпуров, т.е. в течение 1-2 мин удаляется весь загрязненный воздух, чему помогает нагнетательный вентилятор с производительность  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  с сифонной системой, струи свежего воздуха направлены встречно-параллельно, омывают стены камер и забой и образуют восходящие турбулентные потоки воздуха к заборным коллекторам.

5 Если суммарная площадь выходных каналов (сопел) сифонов с одной стороны забойной камеры составляет  $0,014 \text{ м}^2$  и такая же площадь сифонов в промежуточной камере, то расход воздуха распределяется от нагнетательного вентилятора: в забойной камере примерно  $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ , в промежуточной  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ . Скорость истечения свежего  
10 воздуха из сифонов забойной камеры будет около 30 м/с, в промежуточной камере 40-42 м/с, эти потоки воздуха двигаются встречно и параллельно друг другу от боковых стен камер (фиг. 5), что способствует турбулизации потоков (минимальная скорость вихреобразования 18-20 м/с), а подъем загрязненного воздуха обеспечивает высокий расход коллекторов и производительность отводящих вентиляторов.

15 Различный расход поступающего и отводимого воздуха создает перепад давления в камерах (фиг. 5) и высокую вертикальную скорость турбулентного потока, захватывающего пыль, газ и частицы породы до 1,5 мм в поперечнике.

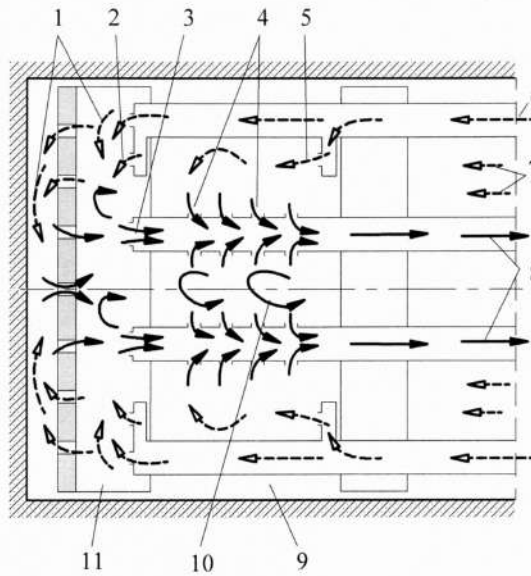
Преимущество способа состоит в том, что эффективность проветривания при любых этапах процессов проходки обеспечивает безопасные условия работы обслуживающего  
20 персонала и оборудования при скоростном проведении подземных тупиковых выработок. Режимы работы вентиляционного оборудования остаются неизменными, не требуют регулирования и сложного специального оснащения. Элементы отводящих вентиляционного оборудования компактны, входят в необходимый комплект проходческого щитового комплекса.

#### 25 (57) Формула изобретения

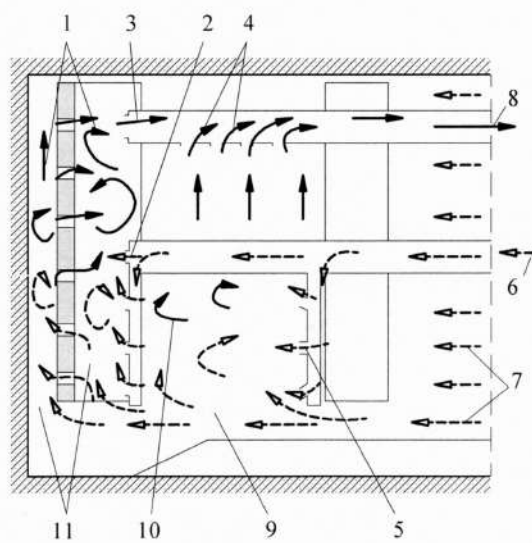
Способ проветривания забоев подземных выработок, включающий принудительную подачу в тоннели свежего воздуха и отвод загрязненного воздуха в режиме воздухообмена с помощью воздухообменных вентиляторов, которые создают  
30 пониженное атмосферное давление для осуществления принудительного воздухообмена в тоннелях, а также отвод загрязненного воздуха с помощью автономных вентиляторов, при этом отвод загрязненного воздуха в режимах воздухообмена производят по отдельным выпускным газоздушным коллекторам, сообщенным с тоннелями поперечными каналами, осуществляют непрерывную очистку воздуха с помощью  
35 очистных установок и шумоглушение, отличающийся тем, что подача свежего воздуха в забойную и в промежуточную камеры проводимой выработки, образованные установленным оборудованием проходческого комплекса, осуществляется отдельно по вентиляционным окнам в оборудовании проходческого комплекса у почвы по оси выработки вследствие разности давлений и по трубопроводам с выпускными сифонами,  
40 установленными на щитах комплекса по боковым сторонам выработки и формирующими разнонаправленные по сечению выработки струи свежего воздуха и устойчивые турбулентные восходящие потоки, вытесняющие газоздушную смесь к кровле выработки, а отвод газоздушной смеси осуществляется газоздушными трубопроводами с отводящими коллекторами, установленными на щитах комплекса  
45 у кровли по оси выработки.

1

**СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ЗАБОЕВ  
ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**



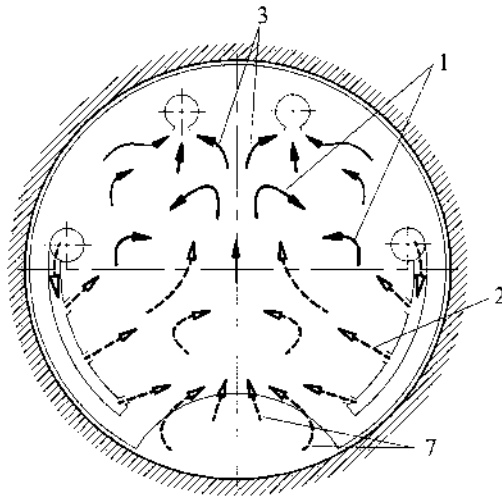
**Фиг. 1**



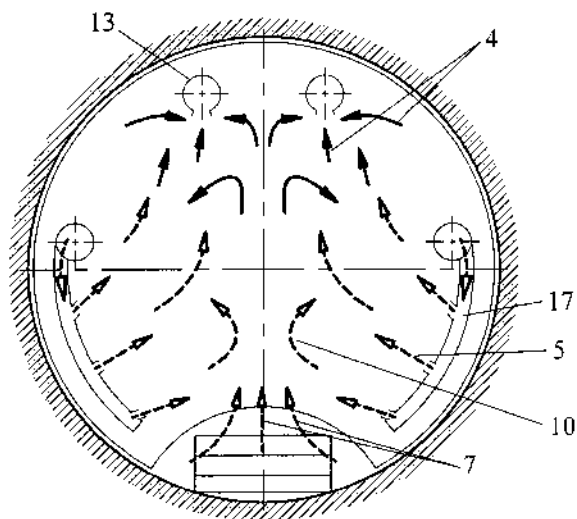
**Фиг. 2**

2

**СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ЗАБОЕВ  
ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**

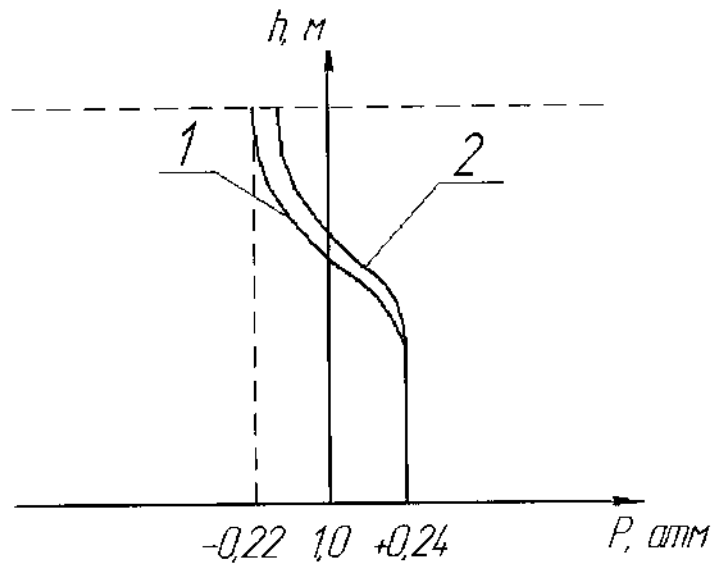


**Фиг. 3**



**Фиг. 4**

**СПОСОБ ПРОВЕТРИВАНИЯ ЗАБОЕВ  
ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**



**Фиг. 5**